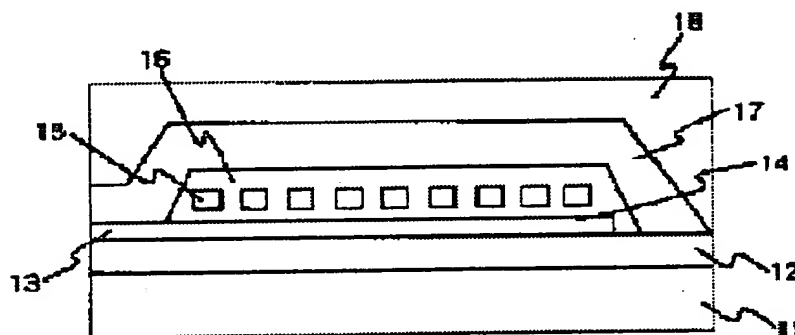


MicroPatent® PatSearch FullText: Record 1 of 1

Search scope: US EP WO JP; Full patent spec.

Years: 1976-2001

Text: Patent/Publication No.: JP11016120

[Download This Patent](#)[Family Lookup](#)[Go to first matching text](#)

JP11016120

**THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCTION
DEVICE**

HITACHI LTD

Inventor(s): HOSHINO KATSUMI ARAI REIKO ; KOMURO MATAHIRO ; FUYAMA MORIAKI ;
FUKUI HIROSHI ; OIKAWA GEN

Application No. 09165590, Filed 19970623, Published 19990122

Abstract: PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the recording magnetic field intensity at a high frequency from lowering without the execution of a heat treatment after plating by forming two-layered films laminated with a magnetic layer having a high saturation magnetic flux density and a magnetic layer having a low magnetostriction constant by changing current

density from a plating bath having bivalent Ni and Fe metal ions.

SOLUTION: The lower magnetic film 12 consisting of a 'Permalloy (R)' thin-film contg. nitrogen, a magnetic gap layer 13 consisting of Al_2O_3 , an insulating film 14 consisting of a photoresist, a coil 15 consisting of Cu and an insulating film 16 are successively formed on a substrate 11. Next, the upper magnetic films 17 of the two-layered films consisting of the magnetic layer having the high saturation magnetic flux density and the magnetic layer having the low magnetostriction constant are formed by changing the current density by using a flame plating method on the insulating film 16. The protective film 18 consisting of the Al_2O_3 is formed thereon. As a result, the magnetic domain structure may be optimized even without the execution of the heat treatment and the max. recording frequency may be made 100 MHz.

Int'l Class: G11B00531;

MicroPatent Reference Number: 000016109

COPYRIGHT: (C) 1999JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-16120

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

C

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-165590

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月23日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 星野 勝美

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 荒井 礼子

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 小室 又洋

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及び磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 高い飽和磁束密度及び電気抵抗率を有する40～60wt%Ni-Feめっき膜は、磁歪が高いため、磁気コア形状にすると、熱処理無しでは磁区構造が適正化されず、高周波での記録ができない。

【解決手段】 同一めっき浴から電流密度を変化させて作製した高飽和磁束密度/低磁歪磁性2層膜を用いることにより、熱処理無しで磁区構造が適正化する。また、電気抵抗率も高くでき、高周波での記録が可能である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】下部磁性膜と、下部磁性膜上に形成され一端が下部磁性膜の一端に接しており、他端が下部磁性膜の他端に磁気ギャップを介して対向し、磁気回路を形成する上部磁性膜と、両磁性膜の間に電氣的に絶縁された膜を介して、磁気コアと交差する所定巻回数のコイルからなる薄膜磁気ヘッドにおいて、上部磁性膜あるいは下部磁性膜の少なくとも一方が、同一のめっき浴から電流密度を変化させて形成されたNiとFeとの合金を主成分とした2層の磁性膜からなる薄膜磁気ヘッドであり、上記2層の磁性膜における磁気ギャップに面した磁性層の飽和磁束密度が高いことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】請求項1に記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、上記2層の磁性膜の磁気ギャップに近い磁性層の厚さが0.5 μ m以上であることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】請求項1または2に記載の2層の磁性膜を用いた薄膜磁気ヘッドにおいて、上記2層の磁性膜の磁気ギャップから遠い磁性層の磁歪定数が負、または、磁気ギャップに面した磁性層の磁歪定数より低いことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】請求項1、2または3に記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、上記2層の磁性膜が、Ni-Fe-Sの組成変調膜であることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】請求項4に記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、2価のNi金属イオンおよび2価のFe金属イオンの濃度範囲がそれぞれ5~20g/l、1.7~20g/lであり、上記、NiとFeのイオン比が1~3である溶媒からなり、かつ、応力緩和剤としてチオ尿素が添加され、さらに界面活性剤が添加されためっき浴を用いて、電流密度を変化させて形成された2層の磁性膜を上部磁性膜あるいは下部磁性膜の少なくとも一方に形成させたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】請求項1、2または3に記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、上記2層の磁性膜が、Ni-FeにCr、Mo、Wのうち少なくとも一つの元素を含む合金の組成変調膜であることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】請求項6に記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、2価のNi金属イオンおよび2価のFe金属イオンの濃度範囲がそれぞれ5~20g/l、0.5~2.7g/lであり、上記、NiとFeのイオン比が6~8である溶媒からなり、かつ、応力緩和剤、界面活性剤と、総量で0.7g/l以下のCr、Mo、Wの金属イオンの少なくとも一つが添加されためっき浴を用いて、電流密度を変化させて形成された2層の磁性膜を上部磁性膜あるいは下部磁性膜の少なくとも一方に形成させたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】請求項1~7のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドと多層磁気抵抗効果素子とを組み合わせた複合型

磁気ヘッド。

【請求項9】請求項8に記載の磁気ヘッドを搭載した磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高い磁気記録密度に対応した磁気ヘッド及び磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置の高記録密度化に伴い、高い保磁力の媒体に記録できる薄膜磁気ヘッドが要求されている。そのためには、磁気ヘッドのコア材料として、高い飽和磁束密度を有し、かつ、高周波特性に優れた材料を用いる必要がある。

【0003】現在、上記磁気ヘッドのコアは、フレームめっき法で作製される。該めっき法で作製される磁気コア材料は、パーマロイ(78wt%Ni-Fe合金)が公知である。しかし、この材料は、飽和磁束密度が1.0Tと低い。そのほか、めっき法で作製されるコア材料としては、例えば、特開昭62-256989号あるいは特開平6-5423号公報にみられるように、Co-Ni-Fe系合金、あるいはCo-Fe系合金があげられる。これら材料は1.5T以上もの高い飽和磁束密度を有するが、電気抵抗率が20 $\mu\Omega$ cmと低いため、高周波における電流損失が大きく、記録磁界強度が低下する問題がある。

【0004】特願平7-16666号公報にみられるように、1.4T以上の高い飽和磁束密度を有する、めっき法で作製した40~60wt%Ni-Fe合金がある。この材料は、電気抵抗率が40 $\mu\Omega$ cm程度と高いため、電流損失が抑えられ、高周波において記録磁界強度が低下しない。しかし、磁歪定数が+30/10⁻⁷以上と高く、コア形状にした場合、応力により磁区構造が乱れてしまい、磁気コアを形成後、熱処理を必要とする。

【0005】また、電気化学、第62巻、第5号、453ページに記載の「電気めっき法による軟磁性FeP膜の作製」(Preparation of Soft Magnetic FeP Films by Means of Electrodeposition Method)にみられるように、FeP膜は、飽和磁束密度が1.4Tと高く、かつ、電気抵抗率が160 $\mu\Omega$ cmと高いため、高周波における電流損失が抑えられる。しかし、磁歪定数が+10~20/10⁻⁶と非常に高く、耐食性にも問題がある。

【0006】さらに、応用磁気学会誌、第20号、433ページに記載の「電析法による軟磁性FeP/M(M=Ni, CoP)/FeP積層膜の磁歪制御にみるように、二つのめっき浴槽から多層膜を形成した例がある。しかし、この場合、界面に酸化層が形成される恐れがあり、膜の特性を安定するには注意を要する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】高い磁気記録密度を有

する磁気ディスク装置には、高い飽和磁束密度を有し、かつ、高周波において記録磁界強度が低下しない材料を用いた薄膜磁気ヘッドを用いることが必要である。めっき法で作製した40～60wt%Ni-Fe合金は、1.4T以上の高い飽和磁束密度、および40 $\mu\Omega$ cm程度の高い電気抵抗率を有しており、高周波での記録磁界強度は低下しない。しかし、磁歪が正に大きいため、めっき後熱処理を有する必要がある。

【0008】本発明の目的は、上述の薄膜磁気ヘッドの問題点を解決した薄膜ヘッドを提供することにある。また、それを用いた磁気記録再生装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、薄膜磁気ヘッドにおける磁気コア材料について、誠意研究を行った結果、2価のNiおよびFe金属イオンを有するめっき浴から、電流密度を変化させることにより飽和磁束密度の高い磁性層と、磁歪定数の低い磁性層を積層した2層膜が形成され、これを磁気コアに用いた薄膜磁気ヘッドは、100MHzの高い周波数においても記録磁界強度が低下しないことを見出し、本発明を完成するに至った。

【0010】すなわち、2価のNiおよびFe金属イオン濃度範囲がそれぞれ5～20g/l、1.7～20g/lであり、上記NiとFeの金属イオン濃度比が1～3である溶媒から成るめっき浴にあり、応力緩和剤としてチオ尿素が添加されためっき浴から電流密度を変化させることにより、飽和磁束密度の高いNi-Fe-S磁性層と磁歪定数の低いNi-Fe-S磁性層の2層膜を形成する。このめっき2層膜を用いた磁気コアの磁区構造は熱処理をしなくても適正化され、かつ、上記2層膜を用いた薄膜磁気ヘッドは、飽和磁束密度の高い磁性層の膜厚が0.5 μ m以上形成されると、100MHzの高周波においても記録磁界強度は低下しない。

【0011】また、2価のNiおよびFe金属イオン濃度範囲がそれぞれ5～20g/l、0.5～2.7g/lであり、上記NiとFeの金属イオン濃度比が6～8である溶媒から成るめっき浴であり、総量で0.7g/l以下のCr、Mo、W金属イオンの少なくとも一つを含んだめっき浴から電流密度を変化させることにより、飽和磁束密度の高い磁性層と磁歪定数の低い磁性層の2層膜を形成する。このめっき2層膜を用いた磁気コアの磁区構造は熱処理をしなくても適正化される。

【0012】さらに、本発明は同一めっき浴槽から形成されるため、界面に酸化膜などが形成される恐れはなく、良好な膜が容易に作製できる。

【0013】また、上記薄膜磁気ヘッドと多層磁気抵抗効果素子を組み合わせた磁気ヘッドを用いることにより、高い磁気記録密度を有した磁気記録再生装置が得られる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に本発明の一実施例を挙げ、図表を参照しながらさらに具体的に説明する。

【0015】〔実施例1〕基板は、Ni-Fe(80nm)/Cr(30nm)をスパッタしたガラス基板を用い、表1に示すめっき浴から1900eの直流磁界中で膜を作製した。

【0016】

【表1】

表 1

試 薬	添加量(g/l)
NiCl ₂ ・6H ₂ O	34.2
NiSO ₄ ・6H ₂ O	16.3
FeSO ₄ ・7H ₂ O	17.3
H ₃ BO ₃	25
NaCl	25
チオ尿素	0.05
ラウリル硫酸ナトリウム	0.1

【0017】ここで、浴温は30℃、pHは3.0とし、電流密度を変化させた。図1に、電流密度を変化させたときのめっき膜の組成変化を示す。

【0018】図1のように、電流密度の増加にともない、Ni組成及びS組成は減少し、Fe組成は増加する。図2及び図3には、上記めっき膜の電気抵抗率 ρ 、磁歪定数 λ s及び飽和磁束密度Bsと電流密度との関係を示す。

【0019】図にみるように、電気抵抗率は電流密度によらず60 $\mu\Omega$ cmとほぼ一定である。磁歪定数および飽和磁束密度は、Ni-Fe組成に依存しており、電流密度の増加に伴い高くなる。この結果、電流密度が23mA/cm²のとき、飽和磁束密度は高くなり、電流密度が7mA/cm²付近で磁歪はほぼゼロとなる。この結果、電流密度を変化させることにより、飽和磁束密度の高い磁性層と磁歪の低い磁性層を積層させた2層めっき膜が形成できる。次に、電流密度を変化させて、磁性層の膜厚を3.0 μ mと一定にし、2層膜の膜厚比を変化させた。図4に膜全体の磁歪定数と飽和磁束密度の高い磁性層の膜厚との関係を示す。このように、磁歪定数は2層膜の膜厚比により決定される。これらの膜をフレームめっきして磁気コア形状にし、磁区構造を評価したところ、磁歪定数が+20/10¹以下の領域において、熱処理無しに磁化がトラック幅方向に向き、適正化される。

【0020】次に、上記2層膜を用いた磁気ヘッドを作製した。図5に薄膜磁気ヘッドの断面を示す。基板11には、表面を十分に研磨、洗浄したセラミックス基板を用いた。基板11上に、下部磁性膜12として、厚さ

2.8 μm の窒素を含んだパーマロイ (78 wt % Ni - Fe) 薄膜を高周波スパッタリング法で作製した。この窒素を含んだ Ni - Fe 膜の磁気特性は、保磁力が 0.5 Oe、飽和磁束密度が 1.0 T、磁歪定数が $-1.0/10^7$ であった。

【0021】上記下部磁性膜12をイオンミリングにより、所定の形状にパターニング後、 Al_2O_3 からなる磁気ギャップ膜13をスパッタし、イオンミリング法によりパターニングを行った。

【0022】次に、ホトレジストからなる絶縁膜14を塗布、露光、現像、熱処理により、所定の形状にパターニングした。絶縁膜14上に、Cu からなるコイル15をめっき法により作製後、絶縁膜16を形成、所定の形状にパターニングした。絶縁膜16上に、フレームめっき法を用い、電流密度を変化させることにより、厚さが 3.0 μm の上部磁性膜17を形成した。

【0023】ここで、上部磁性膜は、電流密度を 23 A/cm² として高飽和磁束密度を有する磁性層を形成し、電流密度を 7 A/cm² として低磁歪定数を有する磁性層を形成した2層膜とした。上部コアの熱処理は行わなかった。最後に、 Al_2O_3 からなる保護膜18を形成した。

【0024】上記の薄膜磁気ヘッドを用い、70 MHz 時のオーバーライト特性と高い飽和磁束密度を有する磁性層の膜厚との関係を調べた結果を図6に示す。

【0025】ここで、膜厚が 2.0 μm のヘッドは、磁区構造が適正化しなかったため、熱処理を行っている。磁気記録媒体には、残留磁束密度 2500 Oe の Co - Cr - Pt 系合金からなる材料を用いた。また、磁気ヘッドのトラック幅は 2.0 μm とした。図のように、飽和磁束密度の高い磁性層の膜厚は 0.5 μm 以上でほぼ一定となり、高い飽和磁束密度を有する磁性層厚は 0.5 μm あれば十分である。

【0026】次に飽和磁束密度の高い磁性層の膜厚を 0.5 μm とした磁気ヘッドの記録磁界強度の周波数依存性を図7に示す。比較のために、上部コアを飽和磁束密度が 1.6 T、電気抵抗率が 45 $\mu\Omega\text{cm}$ である 46 wt % Ni - Fe 単層膜を用い、熱処理を施した磁気ヘッドを示す。

【0027】図のように、本発明の薄膜磁気ヘッドは、熱処理無しで、100 MHz の高周波においても高い記録磁界を有する。これは、磁歪が低くなった効果と、膜の電気抵抗率が 60 $\mu\Omega\text{cm}$ と高くなった効果であると考えられる。

【0028】本実施例では、上部磁性膜のみを2層膜とした結果について述べたが、下部磁性膜も同様に2層膜とすることによって、更に高い効果が得られる。

【0029】〔実施例2〕基板は、Ni - Fe (80 nm) / Cr (30 nm) をスパッタしたガラス基板を用い、表2に示すめっき浴から 1900 Oe の直流磁界中で

膜を作製した。

【0030】

〔表2〕

表 2

試 薬	添加量 (g/l)
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	9.0
$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	4.2
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.2
$\text{CrCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.7
H_3BO_3	25
NaCl	25
サッカリンナトリウム	1.5
ラウリル硫酸ナトリウム	0.1

【0031】ここで、浴温は 30℃、pH は 3.0 とし、電流密度を変化させた。図8にめっき膜の組成と電流密度の関係を示す。また、図9及び図10には、磁歪 λ_s 、電気抵抗率 ρ および飽和磁束密度 B_s と電流密度の関係を示す。

【0032】図8のように、電流密度を変化させることによりめっき膜組成が変化する。これに伴い、膜の諸特性が図9、図10のように変化する。その結果、電流密度を変化させることにより、飽和磁束密度の高い磁性層と磁歪の低い磁性層を積層させた2層膜が形成できる。電流密度を 10 mA/cm² として、飽和磁束密度が 1.6 T と高い磁性層を 0.5 μm 形成した上に、電流密度を 25 mA/cm² として、磁歪定数がほぼゼロである磁性層を 2.5 μm 形成した2層膜を、フレームめっき法により作製し、磁区構造を評価したところ、磁化がトラック幅方向に向き、適正化された。

【0033】本実施例では、Ni - Fe に添加する金属として Cr を用いたが、Mo、W を用いても同様な効果が得られる。これらの2層膜は、磁歪定数が低いため、熱処理を行わなくても磁区構造は適正化される。また、電気抵抗率は 45 ~ 50 $\mu\Omega\text{cm}$ と 46 wt % Ni - Fe 単層膜と同程度以上であるため、上部磁性膜の熱処理を行わなくても高い記録周波数に対応できる。

【0034】〔実施例3〕実施例1で示した薄膜磁気ヘッドを用い、記録再生分離型ヘッドを作製した。磁気ヘッドの構造を以下に示す。図11は、上記磁気ヘッドの一部分を切断した場合の斜視図である。

【0035】磁気抵抗効果膜21をシールド層22、23で挟んだ部分が再生ヘッドとして働く。また、シールド層23は、記録ヘッドの下部磁極もかねており、コイル24を挟むシールド層23、上部磁極25の部分が記録ヘッドとして働く。この記録ヘッドは、実施例1に記

載の薄膜磁気ヘッドである。また、電極27には、Cr/Cu/Crという多層構造の材料を用いた。以下にこのヘッドの作製方法を示す。

【0036】 $Al_2O_3 \cdot TiC$ を主成分とする焼結体をスライダ用の基板26とした。シールド層22、23にはスパッタリング法で形成した窒素を含んだパーマロイを用いた。各磁性膜の膜厚は、以下のようにした。上下のシールド層22、23は $2.0\mu m$ 、上部磁極25は $3.0\mu m$ 、各層間のギャップ材としてはスパッタリングで形成した Al_2O_3 を用いた。ギャップ層の膜厚は、シールド層と磁気抵抗効果素子間で $0.2\mu m$ 、記録磁極間では $0.4\mu m$ とした。

【0037】磁気抵抗効果膜21には、スピンバルブ膜を用いた。コイル24には膜厚 $1\mu m$ のCuを使用した。以上述べた構造の磁気ヘッドで、記録再生を行ったところ、最高記録周波数が $100MHz$ 以上の高周波記録再生が可能であることがわかった。これは、磁気ヘッドに、本発明による磁気ヘッドを用いたためであると考えられる。

【0038】本実施例では、上部シールド層23は、スパッタリング法を用いているが、めっき法を用いて形成することもできる。また、2層めっき膜にすることにより、更に高い効果が得られる。

【0039】さらに、本実施例では、記録ヘッドの下部コアと再生ヘッドの上部シールドを兼用しているが、別々に形成することも可能である。

【0040】〔実施例4〕実施例3で述べた本発明の磁気ヘッドを用い、磁気ディスク装置を作製した。図12に磁気ディスク装置の構造の概略図を示す。

【0041】磁気記録媒体31の記録層には、残留磁束密度 $2500Oe$ のCo-Cr-Pt系合金からなる材料を用いた。磁気ヘッド33の記録ヘッドのトラック幅は $2.5\mu m$ 、再生ヘッドのトラック幅は $2\mu m$ とした。磁気ヘッド33における記録ヘッドの磁気コア材料は、従来のパーマロイを用いた記録ヘッドと比較して、高抵抗、高飽和磁束密度を有し、かつ、磁極の磁区構造が良好であるため、高周波に対応した磁気ディスク装置を作製することができる。本発明の磁気ヘッドは、最高記録周波数が $100MHz$ 以上である磁気記録再生装置に有効である。

【0042】

【発明の効果】上述のように、下部磁性膜と、下部磁性膜上に形成され一端が下部磁性膜の一端に接しており、他端が下部磁性膜の他端に磁気ギャップを介して対向

し、磁気回路を形成する上部磁性膜と、両磁性膜の間に電氣的に絶縁された膜を介して、磁気コアと交差する所定巻回数のコイルからなる薄膜磁気ヘッドであり、上部磁性膜が電気めっき法によって形成された薄膜磁気ヘッドにおいて、電流密度を変化させた高飽和磁束密度磁性層／低磁歪磁性層の2層膜を用いることにより、熱処理を行わなくても磁区構造は適正化され、最高記録周波数が $100MHz$ 以上である磁気ヘッドが作製できる。

【0043】さらに、上記磁気ヘッドを用いることにより、高性能磁気記録再生装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Ni-Fe-S組成と電流密度の関係を示すグラフ。

【図2】磁歪定数、電気抵抗率と電流密度の関係を示すグラフ。

【図3】飽和磁束密度と電流密度の関係を示すグラフ。

【図4】めっき2層膜における磁歪定数と高飽和磁束密度磁性層厚との関係を示すグラフ。

【図5】薄膜磁気ヘッドの断面図。

【図6】本発明の2層めっき膜を用いた薄膜磁気ヘッドにおける、オーバーライトと高飽和磁束密度磁性層厚との関係を示すグラフ。

【図7】本発明の2層めっき膜を用いた薄膜磁気ヘッドにおけるオーバーライトと記録周波数との関係を示すグラフ。

【図8】Ni-Fe-Crめっき膜組成と電流密度の関係を示すグラフ。

【図9】磁歪定数、電気抵抗率と電流密度の関係を示すグラフ。

【図10】飽和磁束密度と電流密度の関係を示すグラフ。

【図11】本発明の薄膜磁気ヘッドを用いた磁気ヘッドの概略図。

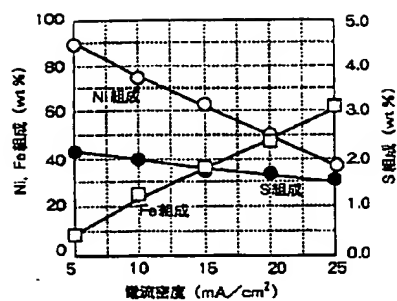
【図12】本発明の薄膜磁気ヘッドを用いた磁気ディスク装置の概略図。

【符号の説明】

11…基板、12…下部磁性膜、13…磁気ギャップ膜、14、16…絶縁膜、15、24…コイル、17、25…上部磁性膜、18…保護膜、21…磁気抵抗効果膜、22、23…シールド層、26…基体、27…電極、31…磁気記録媒体、32…磁気記録媒体駆動部、33…磁気ヘッド、34…磁気ヘッド駆動部、35…記録再生信号処理系。

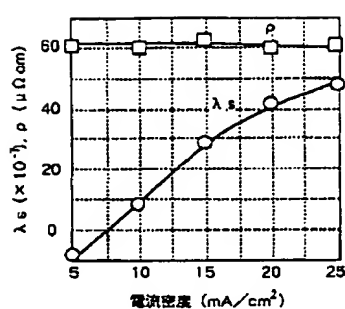
【図1】

図 1



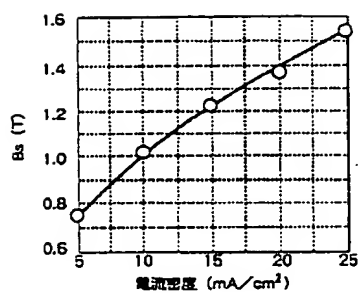
【図2】

図 2



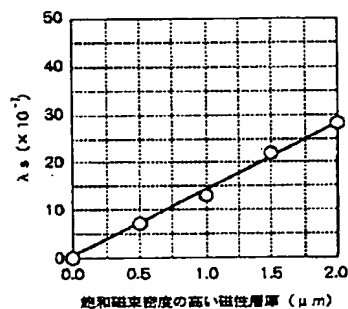
【図3】

図 3



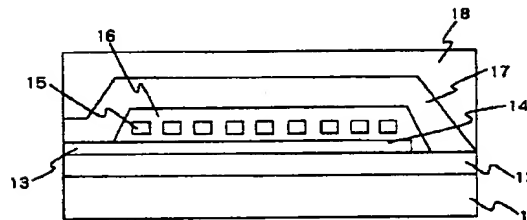
【図4】

図 4



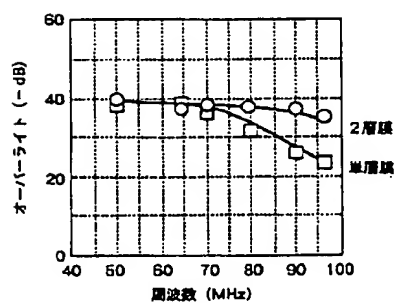
【図5】

図 5



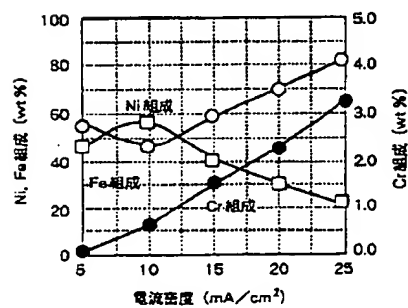
【図7】

図 7



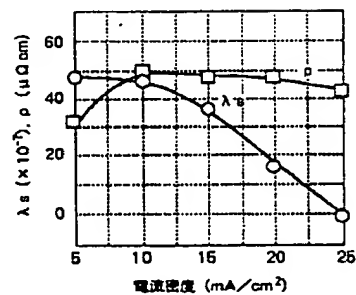
【図8】

図 8



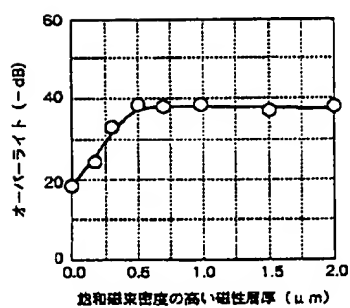
【図9】

図 9

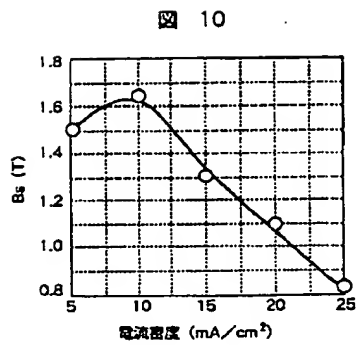


【図6】

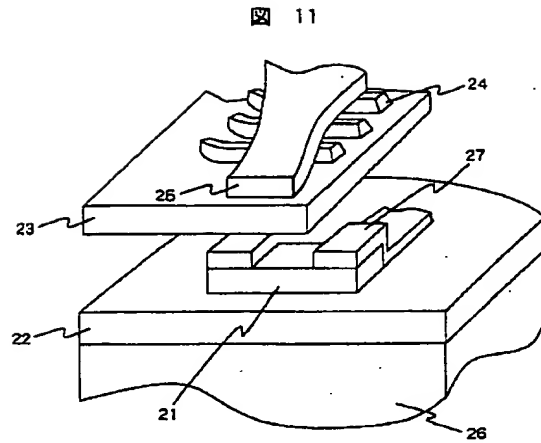
図 6



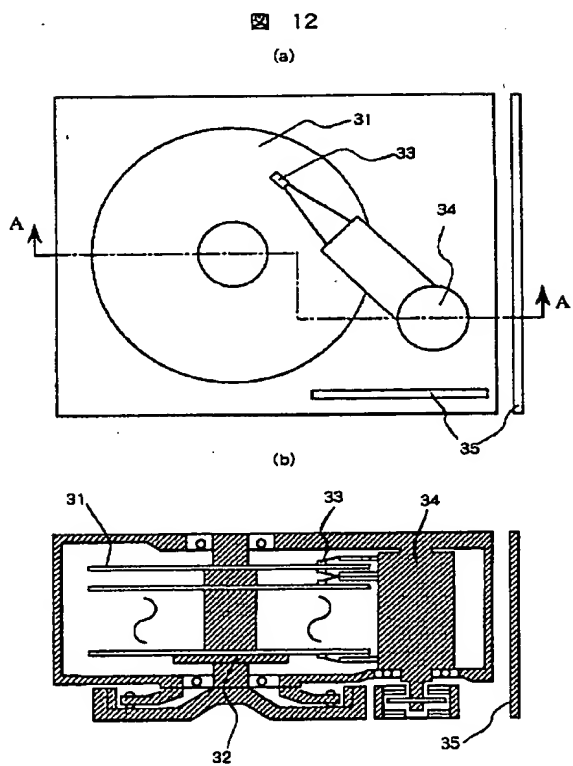
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 府山 盛明
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 福井 宏
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 及川 玄
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.